



(19) Europäisches Patentamt
 European Patent Office
 Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: 0 469 221 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90810576.0

(51) Int. Cl. 5. B26F 3/00, B26D 3/14

(22) Anmeldetag: 31.07.90

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 05.02.92 Patentblatt 92/06

(72) Erfinder: Hediger, Peter
 Fabrikweg 15
 CH-5033 Buchs(CH)

(64) Benannte Vertragsstaaten:
 AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

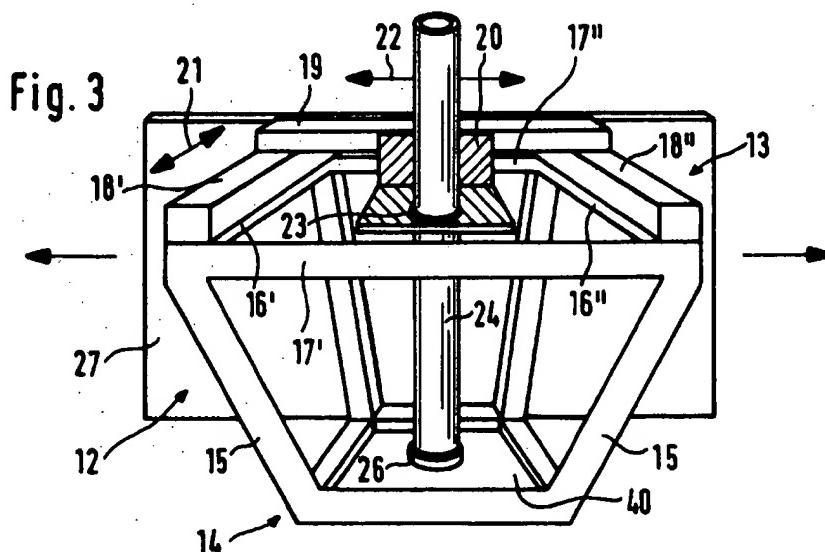
(74) Vertreter: Rottmann, Maximilian R. et al
 c/o Rottmann, Zimmermann + Partner AG
 Glattalstrasse 37
 CH-8052 Zürich(CH)

(71) Anmelder: Hediger, Peter
 Fabrikweg 15
 CH-5033 Buchs(CH)

(54) Verfahren zum Zerlegen eines Werkstücks und Einrichtung zur Ausübung des Verfahrens.

(57) Zum Zerlegen eines Werkstücks mit ebener oder gekrümmter Oberfläche wird ein gegen das Werkstück gerichtetes, strahlenförmiges Trennmedium gebraucht. Dieses tritt unter hohem Druck aus einer Düse (25) und trifft auf das zu trennende Werkstück. Um eine exakte Schnittfläche auch bei hoher Schnittgeschwindigkeit zu erreichen, wird das Trennmedium geneigt auf die Oberfläche des Werkstücks auftreffen, indem die Düse von der zur Oberfläche des Werkstücks senkrechten Richtung ab-

weicht. Die Abweichung sollte $0,2 - 0,3^\circ$ betragen. Zur Ausführung des Verfahrens dient eine Einrichtung, mittels welcher das mit der Düse (25) versehene Ende des Rohres (24), durch welche das Trennmedium strömt, gelenkig gelagert und das Rohr (24) selbst in einem Führungssystem (12, 20) allseitig schwenkbar gehalten wird. In dieser Weise wird das Trennen der verschiedensten Werkstoffe mit hoher Geschwindigkeit und bei Einhaltung einer exakten Schnittfläche ermöglicht.



EP 0 469 221 A1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Zerlegen eines Werkstücks nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie auf eine Einrichtung zur Ausübung des Verfahrens.

Es sind Trenn- und Schneideinrichtungen bekannt, die berührungslos mittels eines Flüssigkeit-, Gas- oder Laserstrahls arbeiten, welcher Strahl gegen das zu schneidende Werkstück gerichtet wird. Am bekanntesten sind die Wasserschneidmaschinen, die mit einem Druck bis 4000 bar arbeiten und Werkstücke aus den verschiedensten Materialien zu schneiden ermöglichen. So können Werkstücke aus Styropor, Rigips, Holz, Vliestoffe, Leder, Gummi, Textilien etc. geschnitten werden.

Es ist auch üblich, dem Wasserstrahl ein Abrasivmittel wie z.B. Quarzsand, Glasstaub, Korund usw. beizumischen und in dieser Weise härtere Materialien wie Metall, Glas und Stein zu schneiden.

Um einen exakten Schnitt zu erreichen wird das strahlenförmige Trennmedium genau senkrecht auf die Werkstückoberfläche gerichtet, wobei diese senkrechte Stellung während des ganzen Trennvorganges beibehalten wird und zwar auch dann, wenn das strahlenförmige Trennmedium von einer CAD-Steuerung geführt wird.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass in dieser Weise kein sauberer Schnitt erzielt werden kann, da die Schnittflächen insbesondere an den Ecken unregelmässig sind und nicht mehr senkrecht zur ebenen Fläche des Werstücks verlaufen. So kann z.B. beim Schneiden einer Platte 1 mit einem strahlenförmigen Trennmedium 2, welches aus einer Düse 3 strömt, keine exakte Schnittfläche 4 erzielt werden, da diese einen grösseren oder kleineren Winkel 5 als 90° mit der Oberfläche 6 der zu schneidenden Platte 1 einschliesst. Diese Verhältnisse sind in Fig. 1 schematisch dargestellt. Bei Präzisions-Schneidarbeiten, wo eine hohe Genauigkeit verlangt wird, treten die erwähnten Nachteile besonders gravierend in Erscheinung. Werden z.B. Präzisionsteile aus einem Werkstück nach einem komplizierten Muster ausgeschnitten, die dann in entsprechende Negative eingesetzt werden sollten oder mit anderen Teilen zu einer Einheit zusammengefügt werden müssen, so ist es eminent wichtig, dass die Schneidkanten senkrecht zu Oberfläche verlaufen. Sollten ausgeschnittene Teile z.B. Buchstaben in entsprechende Ausschnitte einer Grundplatte eingesetzt um Intarsien oder Reliefschriften zu bilden, so dürfen die Schnittflächen der einzelnen Buchstaben nur einwärts, nicht aber nach auswärts geneigt sein. Abweichungen von der Senkrechten sind also in einer Richtung aber nur in einer Richtung zulässig, was wiederum zu grossen Schwierigkeiten führt, da keine zuverlässige Methode zur Bildung der gewünschten Schnittfläche besteht.

Die einzige Abhilfe zur Vermeidung der erwähnten Nachteile besteht darin, indem die Vorschubgeschwindigkeit des Schneid- oder Trennvorgangs drastisch herabgesetzt wird. Eine einigermassen brauchbare Schnittfläche kann nur so erreicht werden, wenn die zulässige, durch das zu schneidende Material und durch das Trennmedium gegebene Schnittgeschwindigkeit nicht ausgenützt sondern erheblich reduziert wird. Dies führt jedoch zu einer wesentlichen Verteuerung des Produktes, da die sehr kostspieligen Schneideinrichtungen nur sehr begrenzt eingesetzt werden können.

Erfindungsgemäss wurde jetzt gefunden, dass die obenerwähnten Nachteile praktisch vollständig vermieden werden können, wenn nach dem Verfahren wie im Anspruch 1 definiert ist, gearbeitet wird. Wesentlich ist also, dass das Trennmedium bei einer ebenen Werkstückoberfläche nicht senkrecht, sondern von der Senkrechten abweichend auf die Oberfläche gerichtet wird. Ist die zu schneidende Oberfläche nicht eben sondern gewölbt, so sollte die Richtung des Trennmediums, von der Senkrechten zur Tangentialebene der gewölbten Fläche abweichen, und zwar während des ganzen Trennvorgangs, welcher z.B. durch CAD gesteuert wird. Die Abweichung dürfte ca. 0,2 bis 0,3° betragen, wobei die günstigste Abweichung zusätzlich noch empirisch unter Berücksichtigung des zu schneidenden Materials und des Trennmediums präzisiert werden kann.

Zur Ausführung des vorgeschlagenen Verfahrens eignet sich eine Einrichtung, wie dies im Anspruch 3 definiert ist.

Insbesondere mit Hilfe der vorgeschlagenen Einrichtung wird es möglich sein, eine hohe Vorschubgeschwindigkeit beim Schnitt oder Fräsvorgang einzuhalten, welche Vorschubgeschwindigkeit nur die zu schneidenden Materialien und/oder durch das Trennmedium begrenzt wird, nicht aber durch Schwierigkeiten im Einhalten der vorgeschriebenen Genauigkeit des Schnittvorgangs.

Auf beiliegender Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der vorgeschlagenen Einrichtung dargestellt, auf Grund deren auch das Verfahren näher erläutert wird. Es zeigen

Fig. 1 und 2 je eine Prinzipskizze zur Erläuterung des Verfahrens;

Fig. 3 eine schaubildliche Darstellung einer Ausführungsform der Einrichtung;

Fig. 4 eine Ansicht von oben auf die Einrichtung nach Fig. 3;

Fig. 5 eine Variante der Ausführung nach Fig. 4; und

Fig. 6 eine Einzelheit zu Fig. 3 in vergrösserter Darstellung.

Zur Erläuterung der mit dem vorgeschlagenen Verfahren zu lösenden Probleme wurde bereits an-

hand von Fig. 1 erläutert, dass beim Schneiden einer Platte 1, welche z.B. aus Metall aber auch aus Stein bestehen und eine Dicke D von einigen Millimetern bis einigen Zentimetern aufweisen kann, eine exakte Schnittfläche 4 nicht zu erzielen ist, da diese wenigstens im Bereich der Schneidkante 7, wo die Schnittfläche 4 in die Oberfläche 6 übergeht, nicht mehr exakt senkrecht zur Oberfläche 6 verläuft. Dies bringt grosse Probleme mit sich und zwingt zur drastischen Herabsetzung der Arbeitsgeschwindigkeit, die wiederum zur untragbaren Verteuerung des Fertigprodukts führt.

Werden z.B. Buchstaben 8 oder andere Figuren aus einem Werkstück 9' (Fig. 2) ausgeschnitten, welche dann in entsprechende Ausnehmungen eines weiteren Werkstücks eingesetzt werden müssen, so kann dies nicht ohne eine entsprechende Nachbearbeitung der Schnittkanten erfolgen. Ähnliche oder noch grössere Schwierigkeiten ergeben sich, wenn Konstruktionsteile ausgeschnitten und zu einer Konstruktionseinheit zusammengefügt werden müssen, deren Abmessungen exakt einzuhalten sind.

Zur Vermeidung der erwähnten Schwierigkeiten und Nachteile wird jetzt vorgeschlagen, die Strömungsrichtung des Trennmediums während des ganzen Trennvorgangs abweichend von der auf die Werkstückoberfläche bzw. auf die Tangentialebene der Werkoberfläche bezogenen senkrechten Richtung zu halten.

Die als Werkstück dienende Platte 1 gemäss Fig. 1 weist eine ebene Oberfläche 6 auf. Zum Trennen wird ein Trennmedium, z.B. ein Wasserstrahl 9 aus der Düse 10 gegen die ebene Oberfläche 6 gerichtet, so dass die Strahlrichtung von der Senkrechten abweicht und einen Winkel 11 mit der Horizontalen einschliesst, welcher kleiner als 90° ist. Diese Abweichung von der Senkrechten soll nur $0,2 - 0,3^\circ$ betragen, welche Abweichung jedoch genügt zum Erreichen eines vollkommen ebenen und senkrecht zur Oberfläche 6 verlaufenden Schnitts und zwar auch bei der Einhaltung der grösstmöglichen Schnittgeschwindigkeit, die durch das Trennmedium, durch das Material des Werkstücks sowie durch die Kompliziertheit der Schnittform gegeben ist. Diese Abweichung wird während des ganzen Trennvorgangs beibehalten.

Ist die Oberfläche des Werkstücks nicht eben sondern gewölbt, so wird die Strahlrichtung bezüglich der Tangentialebene bestimmt, die an der betreffenden Stelle der Werkstückoberfläche gedacht wird. Die Strahlrichtung wird also von der zur Tangentialebene errichteten Senkrechten um $0,2 - 0,3^\circ$ abweichen, wobei diese Abweichung während des ganzen Trennvorgangs eingehalten wird.

Zur Durchführung des vorgeschlagenen Verfahrens dient eine Einrichtung, welche in Fig. 3 schaubildlich und in Fig. 4 von oben gesehen dargestellt

ist. Die Einrichtung weist eine als Käfig ausgebildete, pyramidförmige Halterung 12 auf, welche aus einem oberen, viereckigen Rahmen 13, einem ähnlichen kleineren Rahmen 14 sowie aus Verbindungsstäben 15 besteht, die von oben nach unten schräg verlaufen.

Der obere Rahmen 13 besteht aus je zwei zueinander parallelen Streben 16', 16'' und 17', 17'', wobei die Streben 16' und 16'' mit je einer Führung 18' bzw. 18'' versehen sind. An den beiden Führungen 18', 18'' ist eine Haltebrücke 19 in den Pfeilrichtungen 21 parallel verschiebbar angeordnet, welche Brücke 19 eine entlang der Brücke bewegbare L-förmige Halteplatte 20 trägt. Der vertikale Teil der Halteplatte 20 ist auf der Haltebrücke 19 befestigt und wird zusammen mit der Haltebrücke 19 in den Pfeilrichtungen 21 bewegt, während eine Bewegung in der dazu senkrechten Richtung 22 entlang der Haltebrücke 19 erfolgt.

Der horizontale Teil der Halteplatte 20 ist mit einem kreisrunden Loch 23 versehen, durch welches eine rohrförmige Leitung 24 für das Trennmedium achsial beweglich geführt ist. Am anderen Ende der rohrförmigen Leitung 24 befindet sich eine Düse 25 (Fig. 6), durch welche das Trennmedium z.B. Wasser unter hohem Druck von etwa 4000 bar evtl. mit einem beigemischten Abrasivmittel strömt.

Die Lagerung der rohrförmigen Leitung 24 erfolgt am unteren Ende derselben im Bereich der Düse 25 in einer Platte 40 mit Lagerschale 26 und zwar in einer Weise, dass die Leitung 24 gegen die Lagerschale 26 gedrückt wird und in dieser Lagerschale 26 schwenkbar ist. Das Andrücken der Leitung 24 gegen die Lagerschale 26 kann in einfacher Weise z.B. mittels einer nicht dargestellten Druckfeder erfolgen.

In der beschriebenen Weise kann die Leitung 24 durch die Verschiebung der Halteplatte 20 auf der Haltebrücke 19 in der X-Richtung (Pfeilrichtung 22) und durch die Bewegung in der Y-Richtung (Pfeilrichtung 21) beliebig verstellt werden. Die freie Beweglichkeit der Leitung 24 im Loch 23 bleibt erhalten.

Die ganze beschriebene Einrichtung wird zweckmässigerweise auf der Montageplatte 27 einer CAD-Maschine angeordnet, welche zur Vornahme der Schneid- oder Trennbewegungen in Übereinstimmung mit einer gegebenen Vorlage programmiert ist und bei welcher das Trennmedium exakt senkrecht auf die zu trennende Oberfläche trifft. Zusätzlich wird jetzt die Strömungsrichtung des Trennmediums um $0,2 - 0,3^\circ$ verstellt und zwar mit Hilfe der beschriebenen Einrichtung in den Pfeilrichtungen 21 und 22. Mit der Verstellung um $0,2 - 0,3^\circ$ wird ein Kegel definiert, dessen Erzeugende die gestellte Bedingung erfüllen. Es ist gemäss der Erfindung meistens gleichgültig, wel-

che Erzeugende gewählt wird und es ist auch möglich, durch Versuche aus der Schar der Erzeugenden die geeignete zu wählen.

Es ist auch möglich, eine zusätzliche Bewegung in der dritten Dimension (Z-Achse) auszuführen, indem die Montageplatte 27 höhenverstellbar ausgeführt wird. Diese Höhenverstellung kann mit den durch die CAD-Maschine kontrollierten Bewegungen koordiniert werden.

Eine Variante der beschriebenen Einrichtung ist in Fig. 5 dargestellt. Hier ist im Rahmen 13 ein Spindelpaar gelagert, welches aus einer Spindel 28 und einer Spindel 29 besteht, die senkrecht zueinander in der X- und Y-Koordinatenrichtung verlaufen und mit Hilfe je eines Antriebsmotors 30, 31 antreibbar sind.

Die in der X-Richtung verlaufende und beiderseits in je einem Lager 32 gelagerte Spindel 28 ist mittels Rollen, Gleitlagern oder dgl. in der Y-Richtung parallel verschiebbar im Rahmen 13 gelagert, während die senkrecht dazu in der Y-Richtung verlaufende Spindel 29 in Lagern 33 gehalten ist und in der X-Richtung parallel verschoben werden kann.

Mit zwei senkrecht zueinanderstehenden Seiten 34 bzw. 35 ist die Halteplatte 20 mit der Spindel 28 bzw. 29 verbunden. Dazu sind schraubmutterartige Führungsstücke 36, 37 bzw. 38, 39 an der Halteplatte 20 vorhanden, welche paarweise mit einer der Spindel 28 bzw. 29 kämmen. Durch die Drehung der achsial nicht verstellbaren Spindel 28 in der einen oder anderen Richtung wird die Platte 20 samt Spindel 29 in der X-Richtung verschoben. In ähnlicher Weise durch die Betätigung der Spindel 29 erfolgt die Verschiebung der Platte 20 samt Spindel 28 in der Y-Richtung. Die Positionierung der Platte 20 mit dem kreisrunden Loch 23 kann sehr exakt mit Hilfe der Motoren 30 und 31 erfolgen, die ihrerseits durch die CAD-Steuerung betätigbar sind.

In der beschriebenen Weise ist es möglich, das Trennmedium im Sinne des vorgeschlagenen und ausführlich erläuterten Verfahrens so einzustellen, dass ein exakter Schnitt mit genau senkrechter Schnittfläche erzielt wird, welche aber, je nach Bedürfnis auch konisch nach innen oder nach aussen verlaufend ausgeführt werden kann. Als Trennmedium kann sowohl ein Wasserstrahl oder ein sonstiger Flüssigkeitsstrahl mit oder ohne Abrasivzusatz als auch ein Laserstrahl gebraucht werden, wobei das Trennen sämtliche einschlägigen Vorgänge wie Schneiden, Zerlegen, Fräsen, Ablösen oder dgl. umfassen soll.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Zerlegen eines ebenen oder gekrümmten Werkstücks mittels eines gegen das Werkstück gerichteten strahlenförmigen

Trennmediums, welches aus einer einer Vorlage entsprechend bewegbaren Düse auf das Werkstück trifft,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Strömungsrichtung des Trennmediums während des ganzen Trennvorganges von der auf die Werkstückoberfläche, bzw. auf die Tangentialebene der Werkstückoberfläche gerichteten Senkrechten abweicht.

5

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Düse so geführt wird, dass das Trennmedium mit 0,2 - 0,3° Abweichung von der Senkrechten auf die Werkstückoberfläche auftritt.

10

3. Einrichtung zum Zerlegen eines ebenen oder gekrümmten Werkstücks mittels eines gegen das Werkstück gerichteten strahlenförmigen Trennmediums zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer am Ende eines Rohres (24) angeordneten Düse (25),

dadurch gekennzeichnet,

dass das mit der Düse (25) versehene Ende des Rohres (24) gelenkig gelagert und das Rohr (24) selbst in einem Führungssystem (12) allseitig schwenkbar gehalten ist.

15

4. Einrichtung nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass dieselbe eine pyramidförmige Käfighalterung (12) aufweist, welche eine untere Halteplatte (40) zur gelenkigen Befestigung des mit der Düse (25) versehenen Rohrendes sowie eine obere in wenigstens zwei zueinander senkrechten Richtungen verstellbare Führung (18', 18"; 19) besitzt, mittels welcher das Rohr (24) allseitig schwenkbar und in der Längsrichtung beweglich gehalten ist.

20

5. Einrichtung nach den Ansprüchen 3 und 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die pyramidförmige Halterung (12) an der Halteplatte (27) einer CAD-Steuerung befestigt ist.

25

6. Einrichtung nach den Ansprüchen 3 und 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die pyramidförmige Halterung (12) einen oberen viereckigen Rahmen (13) und einen kleineren unteren Rahmen (14) aufweist, die durch Stäbe (15) miteinander verbunden sind.

30

7. Einrichtung nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass der obere Rahmen (13) mit parallel zueinander verlaufenden Führungen (18', 18") zur

35

Aufnahme einer Haltebrücke (19) versehen ist, die eine L-förmige Halteplatte (20) trägt, welche entlang der Brücke (19) verschiebbar ist und eine Ausnehmung (23) für eine die längsverschiebbare und allseitig schwenkbare Führung der Leitung (24) des Trennmediums besitzt.

5

8. Einrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Rahmen (13) ein in den Koordinatenrichtungen X und Y verlaufendes, motorisch antriebbares Spindelpaar (28, 29) angeordnet ist, wobei die in der X-Richtung verlaufende Spindel (28) im Rahmen in der Y-Richtung parallelverschiebbar ist, während die in der Y-Richtung verlaufende Spindel (29) ebenfalls im Rahmen in der X-Richtung parallel verschiebbar ist.
10
20
9. Einrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwei senkrecht zueinander stehende Seiten (34, 35) einer Halteplatte (20) mit den beiden Spindeln (28, 29) verbunden sind, indem schraubenmutterartige Führungsstücke (36, 37 bzw. 38, 39) paarweise mit je einer der Spindeln (28, 29) kämmen.
25
10. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Leitung (24) für das Trennmedium in einer Lagerschale (26) der unteren Platte (40) axial nachgiebig abgestützt ist.
30
35

40

45

50

55

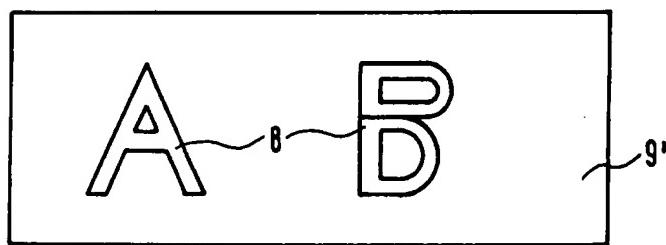
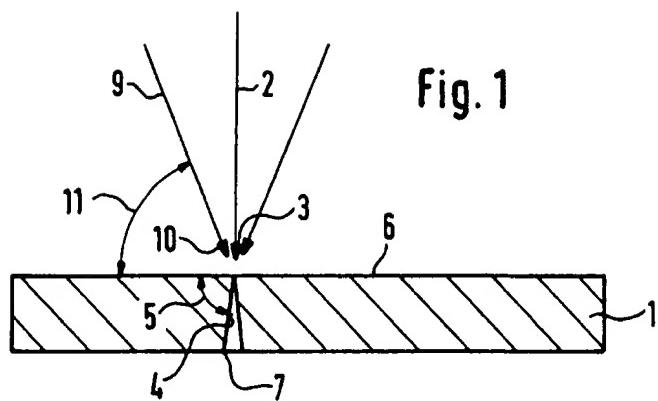
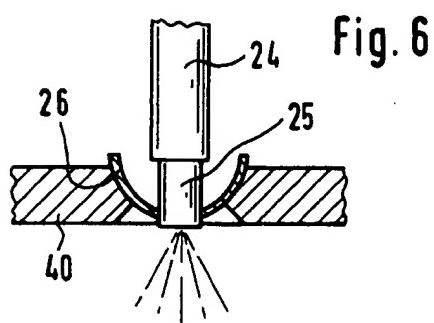
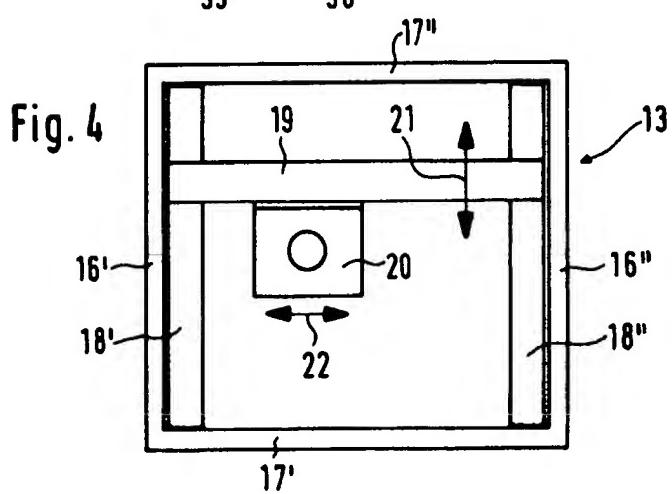
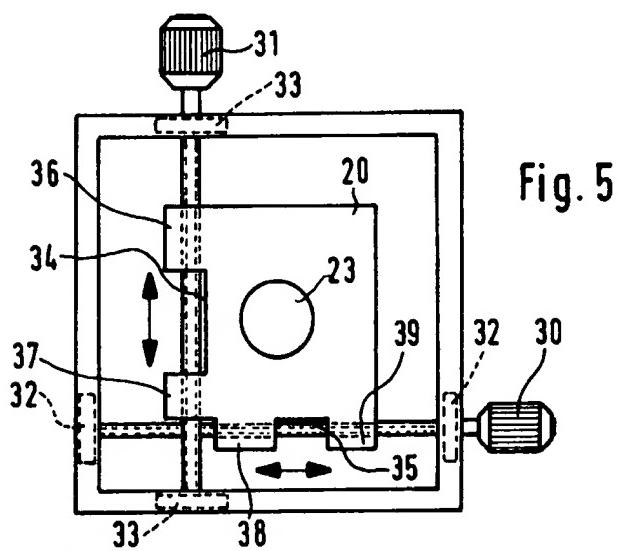
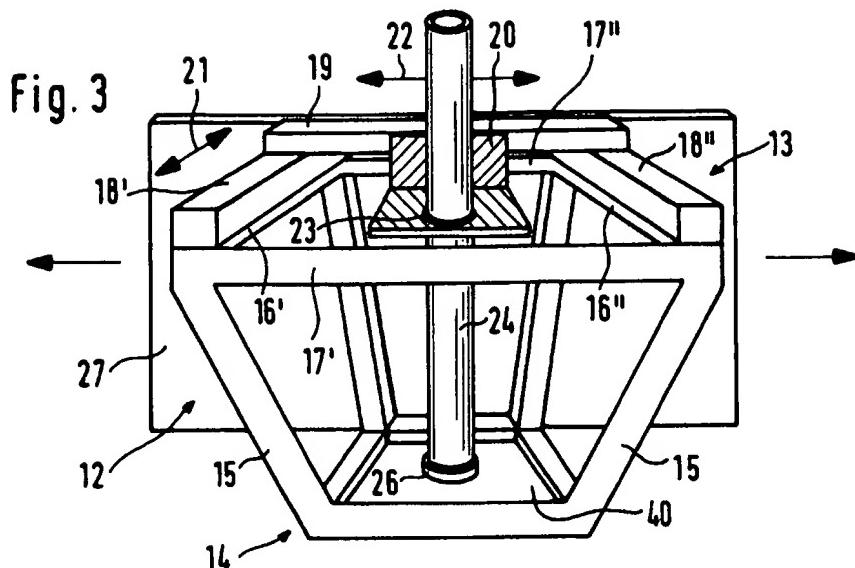


Fig. 2







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER
RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 81 0576

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 169 738 (JETIN INDUSTRIAL LTD.) * Figuren 3A,B *	1	B 26 F 3/00 B 26 D 3/14
A	BHRA, SYMPOSIUM PROCEEDINGS, 9TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON JET CUTTING TECHNOLOGY 4-6 Oktober 1988, Papier C2, Seiten 113-131, Sendai, JP; M. HASHISH: "Turning, Milling, and Drilling with Abrasive-Waterjets" * Seite 119, Absatz 5.3 *	1	
RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)			
			B 24 C B 26 D B 26 F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenart	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Berlin	25 März 91	WUNDERLICH J E	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet	E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist		
Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	D: In der Anmeldung angeführtes Dokument		
A: technologischer Hintergrund	L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
O: nichtschriftliche Offenbarung			
P: Zwischenliteratur	&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		
T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			